

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-231454

(P2002-231454A)

(43) 公開日 平成14年8月16日 (2002.8.16)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	B 3 K 0 0 7
C 0 9 K 11/06	6 6 0	C 0 9 K 11/06	6 6 0

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2001-366998(P2001-366998)

(22) 出願日 平成13年11月30日 (2001. 11. 30)

(31) 優先権主張番号 特願2000-366045(P2000-366045)

(32) 優先日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 瀬尾 哲史

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

Fターム (参考) 3K007 AB03 AB04 AB18 BA06 CA01

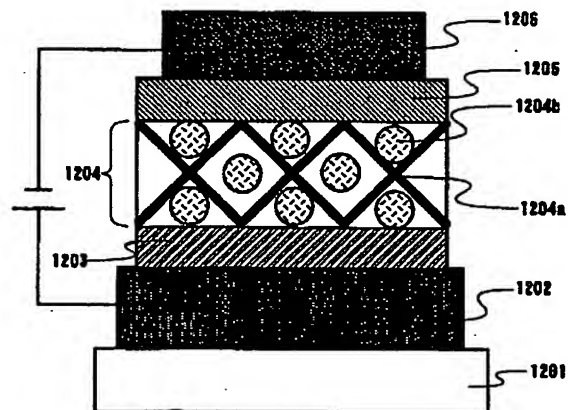
CB01 DA01 DB03 EB00

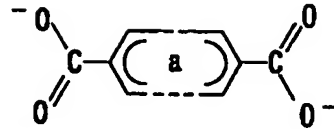
(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【要約】

【課題】 明るく低消費電力で、安価な発光装置および電気器具を提供する。

【解決手段】 格子構造を形成する重金属錯体1204aの格子間位置に有機発光材料1204bを含有させることにより、通常は蛍光しか観測されない有機発光材料1204bの燐光を促進させることが可能になる。このようにして得られた有機EL素子は、燐光を利用できることから発光効率が高く、なおかつ、従来の有機発光材料を用いることができるため発光色が多彩で、しかも安価に製造できる。この有機EL素子を用いて発光装置および電気器具を作製する。

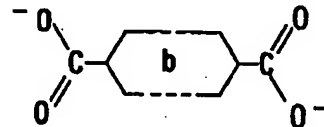




で表される配位子と、から構成されていることを特徴とする発光装置（ただしaは、パラフェニレン基を含む置換基、または複素環を含む置換基、または縮合環を含む置換基、を表す。）。

- 10 【請求項9】E1が得られる有機化合物と、二つの金属原子を核とする複核構造を有する金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、第5族元素乃至第11族元素のいずれかの元素からなる2価の金属イオンと、下記一般式

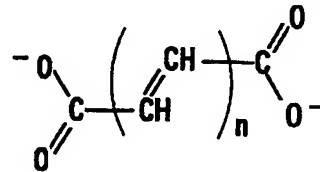
【化2】



で表される配位子と、から構成されていることを特徴とする発光装置（ただしbは、一つもしくは複数のシクロアルキレン基を表し、前記bは置換基を有していても良い。）。

【請求項10】E1が得られる有機化合物と、二つの金属原子を核とする複核構造を有する金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、第5族元素乃至第11族元素のいずれかの元素からなる2価の金属イオンと、下記一般式

【化3】



で表される配位子と、から構成されていることを特徴とする発光装置（ただしnは、1以上の整数を表す。）。

- 40 【請求項11】E1が得られる有機化合物と、二つの金属原子を核とする複核構造を有する金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、第5族元素乃至第11族元素のいずれかの元素からなる2価の金属イオンと、下記一般式

【化4】

# 【特許請求の範囲】

【請求項1】E1が得られる有機化合物と、金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、金属原子と配位子とが交互に配列する格子構造を形成し、前記金属原子が格子点であってなおかつ前記配位子が前記格子点を架橋する構造であることを特徴とする発光装置。

【請求項2】E1が得られる有機化合物と、金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、金属原子と配位子とが交互に配列する格子構造を形成し、前記配位子が格子点であってなおかつ前記金属原子が前記格子点を架橋する構造であることを特徴とする発光装置。

【請求項3】請求項1または請求項2のいずれか一項に記載の発光装置において、前記金属原子がルビジウム以上の原子番号を有することを特徴とする発光装置。

【請求項4】E1が得られる有機化合物と、二つの金属原子を核とする複核構造を有する金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、前記複核構造の部位と配位子とが交互に配列する格子構造を形成し、前記複核構造の部位が格子点であってなおかつ前記配位子が前記格子点を架橋する構造であることを特徴とする発光装置。

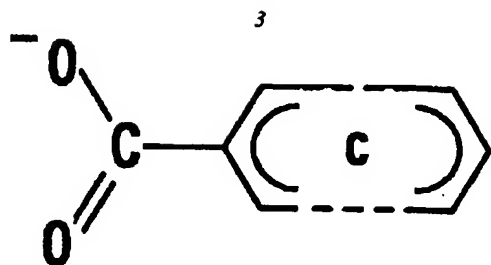
【請求項5】E1が得られる有機化合物と、二つの金属原子を核とする複核構造を有する金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、前記複核構造の部位と配位子とが交互に配列する格子構造を形成し、前記配位子が格子点であってなおかつ前記複核構造の部位が前記格子点を架橋する構造であることを特徴とする発光装置。

【請求項6】請求項4または請求項5のいずれか一項に記載の発光装置において、前記金属原子が第5族元素乃至第11族元素のいずれかの元素からなることを特徴とする発光装置。

【請求項7】E1が得られる有機化合物と、二つの金属原子を核とする複核構造を有する金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、第5族元素乃至第11族元素のいずれかの元素からなる2価の金属イオンと、ジカルボン酸イオンを有する配位子と、から構成されていることを特徴とする発光装置。

【請求項8】E1が得られる有機化合物と、二つの金属原子を核とする複核構造を有する金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、第5族元素乃至第11族元素のいずれかの元素からなる2価の金属イオンと、下記一般式

【化1】



で表される配位子と、から構成されていることを特徴とする発光装置（ただしcは、アリアル基を含む置換基、または複素環を含む置換基、または縮合環を含む置換基、を表す。）。

【請求項12】請求項1乃至請求項11のいずれか一項に記載の発光装置を用いたことを特徴とする電気器具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する分野】本発明は、陽極層と、陰極層と、EL (Electro Luminescence；電場を加えることで発生するルミネッセンス) が得られる有機化合物を含む膜（以下、「有機EL層」と記す）とを有する素子（以下、「有機EL素子」と記す）を用いた発光装置に関する。有機化合物におけるELには、一重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（蛍光）と三重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（燐光）があるが、本発明では特に、二次元的あるいは三次元的な網目構造に起因する細孔を形成できる金属錯体を発光層に適用することによって、発光材料を前記細孔中に配列させ、燐光発光を促進させる発光装置に関する。なお、本明細書中における発光装置とは、発光素子として有機EL素子を用いた画像表示デバイスもしくは発光デバイスを指す。また、有機EL素子にTAB (Tape Automated Bonding) テープもしくはTCP (Tape Carrier Package) が取り付けられたモジュール、TABテープやTCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または有機EL素子にCOG (Chip On Glass) 方式によりIC (集積回路) が直接実装されたモジュールも全て発光装置に含むものとする。

【0002】

【従来の技術】有機EL素子は電場を加えることにより発光する素子である。その発光機構は、電極間に有機EL層を挟んで電圧を印加することにより、陰極から注入された電子および陽極から注入された正孔が有機EL層中の発光中心で再結合して励起状態の分子（以下、「分子励起子」と記す）を形成し、その分子励起子が基底状態に戻る際にエネルギーを放出して発光すると言われている。

【0003】通常の有機EL素子において、有機EL層は1μmを下回るほどの薄膜で形成される。また、有機EL素子自体が自発光型の素子であるため、従来の液晶ディスプレイに用いられているようなバックライトも必要ない。したがって、有機EL素子は極めて薄型軽量に作製できることが大きな利点である。

4

【0004】また、例えば100~200nm程度の有機EL層において、キャリアを注入してから再結合に至るまでの時間は、有機EL層のキャリア移動度を考えると数十ナノ秒程度であり、再結合から発光までの過程を含めてもマイクロ秒以内のオーダーで発光に至る。したがって、非常に応答速度が速いことも特長の一つである。

【0005】さらに、有機EL素子はキャリア注入型の発光素子であるため、直流電圧での駆動が可能であり、ノイズが生じにくい。駆動電圧に関しては、キャリア注入障壁を小さくするような電極材料を選択する、あるいはヘテロ構造（積層構造）を導入する、などの方法により数ボルトオーダーでの駆動が可能である（文献1：C.W. Tang and S. A. VanSlyke, "Organic electroluminescent diodes", Applied Physics Letters, vol. 51, No. 12, 913-915 (1987)）。文献1では、陰極としてMg:Ag合金を用い、ジアミン化合物とトリス（8-キノリノラト）-アルミニウム（以下、「Alq3」と記す）を積層するヘテロ構造を採用することにより、直流低電圧駆動を実現している。

【0006】こういった薄型軽量・高速応答性・直流低電圧駆動などの特性から、有機EL素子は次世代のフラットパネルディスプレイ素子として注目されている。また、自発光型であり視野角が広いことから、視認性も比較的良好であり、携帯機器の表示画面に用いる素子として有効と考えられている。

【0007】ところで、有機ELとは分子励起子が基底状態に戻る際に発光する現象であることは先に述べたが、有機化合物が形成する分子励起子の励起状態としては、一重項励起状態 ( $S^*$ ) と三重項励起状態 ( $T^*$ ) が可能である。また、有機EL素子におけるその統計的な生成比率は、 $S^*:T^*=1:3$  であると考えられている（文献2：筒井哲夫、「応用物理学会有機分子・バイオエレクトロニクス分科会・第3回講習会テキスト」、P.31 (1993)）。

【0008】しかしながら、一般的な有機化合物は室温において、三重項励起状態 ( $T^*$ ) からの発光（燐光）は観測されず、通常は一重項励起状態 ( $S^*$ ) からの発光（蛍光）のみが観測される。有機化合物の基底状態は通常、一重項基底状態 ( $S_0$ ) であるため、 $T^* \rightarrow S_0$  遷移は禁制遷移となり、 $S^* \rightarrow S_0$  遷移は許容遷移となるからである。

【0009】すなわち、一重項励起状態 ( $S^*$ ) のみが通常は発光に寄与するのであり、このことは有機EL素子においても同様である。したがって、有機EL素子における内部量子効率（注入したキャリアに対して発生するフォトンの割合）の理論的限界は、 $S^*:T^*=1:3$  であることを根拠に25%とされていた。

【0010】また、発生した光は全て外部に放出されるわけではなく、一部の光は有機EL素子構成材料（有機EL層材料、電極材料）や基板材料固有の屈折率が原因で取

り出すことができない。発生した光のうち外部に取り出される率は光の取り出し効率と呼ばれるが、ガラス基板を有する有機EL素子において、その取り出し効率は約20%程度と言われている。

【0011】以上の理由から、注入したキャリアが全て分子励起子を形成したとしても、その注入キャリア数に対して最終的に外部に取り出せるフォトンの割合（以下、「外部量子効率」と記す）の理論的限界は、 $25\% \times 20\% = 5\%$ と言われていた。すなわち、全てのキャリアが再結合したとしても、そのうちの5%しか光として取り出せない計算になる。

【0012】ところが近年、三重項励起状態 ( $T$ ) から基底状態に戻る際に放出されるエネルギー（以下、「三重項励起エネルギー」と記す）を発光に変換できる有機EL素子が相次いで発表され、その発光効率の高さが注目されている（文献3：D. F. O'Brien, M. A. Baldo, M. E. Thompson and S. R. Forrest, "Improved energy transfer in electrophosphorescent devices", Applied Physics Letters, vol. 74, No. 3, 442-444 (1999)）

（文献4：Tetsuo Tsutsui, Moon-Jae Yang, Masayuki Yahiro, Kenji Nakamura, Teruichi Watanabe, Taishi Tsuji, Yoshinori Fukuda, Takeo Wakimoto and Satoshi Miyaguchi, "High Quantum Efficiency in Organic Light-Emitting Devices with Iridium-Complex as a Triplet Emissive Center", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 38, L1502-L1504 (1999)）。

【0013】文献3では白金を中心金属とする金属錯体（以下、「白金錯体」と記す）を、文献4ではイリジウムを中心金属とする金属錯体（以下、「イリジウム錯体」と記す）を用いており、いずれの金属錯体も第3遷移系列元素を中心金属として導入していることが特徴であると言える。その中には、先に述べた外部量子効率の理論的限界値5%をゆうに越えるものも存在する。

【0014】文献3および文献4に示されるとおり、三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機EL素子は、従来よりも高い外部量子効率を達成できる。そして、外部量子効率が高くなれば発光輝度も向上する。したがって、三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機EL素子は、高輝度発光・高発光効率を達成するための手法として、今後の開発において大きなウェイトを占めるものと考えられる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、白金もしくはイリジウムは共にいわゆる貴金属であるため、それらを用いた白金錯体やイリジウム錯体も高価であり、将来的にコスト低減の弊害になることが予想される。

【0016】さらに、前記イリジウム錯体の発光色は緑色、すなわち可視光領域の中では中間に位置する波長である。また、前記白金錯体はドーパントとして用いると比較的色純度のよい赤色に発光するが、濃度が低い場合

はホスト材料も光ってしまうため色純度が悪くなり、濃度が高い場合は濃度消光のため発光効率が落ちてしまうという欠点がある。つまり、色純度の高い赤色や青色の高効率発光は、三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機EL素子からは得られていない。

【0017】したがって将来的に、赤、緑、青の発光色を用いてフルカラーのフラットパネルディスプレイを製作することを考えると、イリジウム錯体や白金錯体と同様に高い外部量子効率でなおかつ色純度の高い赤色発光および青色発光を、できる限り安価な材料を用いて達成しなければならない。

【0018】このような背景から、既存のイリジウム錯体や白金錯体を用いた有機EL素子以外に、三重項励起エネルギーを発光に変換しうる有機EL素子の開発が望まれる。その最も単純な方法としては、室温で燐光発光するような新しい有機化合物を開発することであるが、未だ明確な分子設計方針は確立されておらず、非常に困難な面が多い。

【0019】そこで、新たな燐光発光材料を開発することも重要であるが、従来有機EL素子に用いられている発光材料に対して、燐光発光を促進させるような有機EL層の構成を設計する手法が望ましい。従来有機EL素子に用いられている発光材料ならば、既に様々な発光色が得られているため、多彩な発光色を呈する可能性がある上に、安価な材料も多数存在するからである。

【0020】したがって本発明では、三重項励起エネルギーを発光に変換しうる有機EL素子を、従来有機EL素子に用いられている発光材料を用いつつ、発光層の構成を工夫することによって達成することを課題とする。それにより、発光効率が高く、なおかつ従来の有機化合物を用いることで多彩な発光色を呈する上に、安価に作製できる有機EL素子を提供することを課題とする。

【0021】また、本発明が開示する有機EL素子を用いて、明るく消費電力が少ない上に多彩な発光色を呈する発光装置を、安価に提供することを課題とする。さらに、そのような発光装置を用いることで、明るく消費電力が少ない上に多彩な発光色を呈し、安価な電気器具を提供することを課題とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明者は、PL (Photo Luminescence；光を照射することによって生じるルミネッセンス) の分野において知られている重原子効果に着目した。重原子効果とは、分子内ないしは溶媒内に重原子（多くの原子核荷重を保有している原子）を導入することにより、スピン-軌道相互作用が大きくなり、燐光発光が促進されることをいう。なお、原子核荷重とは原子番号、すなわち原子核の正電荷の数に相当する。

【0023】また、重原子効果には内部重原子効果と外部重原子効果の二種類がある。内部重原子効果とは、発光材料の分子内に重原子が含まれる場合に燐光発光が促

進されることを言う。これに対し、発光材料を溶質として含む溶媒中に重原子が存在する場合でも、発光材料の燐光発光の促進が観測されることがあり、この現象は外部重原子効果と呼ばれている。

【0024】そこで、有機EL素子においても外部重原子効果を発現させることができれば、燐光が得られる可能性があると考えられる。すなわち、重原子を含む材料を発光材料周辺に存在させることによって、燐光発光を促進させる手法である。

【0025】単純には、重原子として金属を有機EL層の発光層中に分散させる方法が考えられるが、その場合は発光層として機能しにくいと考えられる。例えば、アルカリ金属（セシウムなど）を有機EL層にドーピングしたとすると、そのドーピングされた層は導電性が向上し、キャリア輸送層として優れた機能を発揮できる。ところが、ドーピングした金属は、励起エネルギーを失活させて発光を妨げる材料（以下、「クエンチャ」と記す）になるため、ドーピングされた層は発光しない。したがって、このようにドーピングされた層を発光層として用いることは通常困難であり、重原子効果の導入が不可能となる。

【0026】したがって、要は金属そのものではなく、重原子を含む絶縁体を発光材料周辺に配置すればよい。すなわち、重原子を含む材料としてバンドギャップの大きな絶縁体を用いることにより、発光材料からのエネルギー移動および失活を防ぎ、クエンチャとなることを防止するのである。これにより、重原子効果による燐光発光の促進が期待できる。

【0027】例えば、絶縁体であるゼオライトの細孔中に分散させた有機材料の、PL特性に関する報告がある（文献5：V. Ramamurthy, J. V. Caspar, D. F. Eaton, Erica W. Kuo, and D. R. Corbin, "Heavy-Atom-Induced Phosphorescence of Aromatics and Olefins Included within Zeolites", Journal of American Chemical Society, Vol. 114, No. 10, 3882-3892 (1992)）。文献5によれば、ゼオライトの細孔中に含まれる有機材料のPLについて、ゼオライトのカチオン（Li、Na、K、Rb、Cs、およびTi）を置換していくと、カチオンが重い原子になるほど重原子効果によって燐光発光が促進されるという結果が得られている。

【0028】ここで特に、文献5のように、重原子を含む絶縁体は多孔体（できる限り細孔径の分布が均一なもの）の形態で用い、前記多孔体の細孔内部に発光材料を導入する手法が望ましいと本発明者は考えている。なぜならば、発光材料が前記多孔体に周囲を囲まれる構造になるため、前記多孔体に含まれる重原子と発光材料との相互作用が増大し、重原子効果による燐光発光の促進が発現しやすいと予想されるためである。また、細孔中に発光材料が閉じこめられ、更にその細孔が規則的に並んでいることから、擬似的に超格子構造のような状態とな

り、安定な分子励起子が発生して発光特性の向上に繋がる可能性もある。

【0029】ただし、有機EL素子において、発光材料をゼオライト中に含有させて素子を駆動させるためにはいくつかの問題点がある。まず、電極上にゼオライトを設けた場合、有機EL層に対するキャリアの注入が妨げられ、むしろ発光特性が悪くなる可能性がある。また、100~200nm程度の薄膜としてゼオライトを成膜する技術も必要である。さらには、真空蒸着ではゼオライト中に発光材料を含有させることができない（湿式法ならば可能である）ことも挙げられる。

【0030】これらの電気特性上およびプロセス上の問題点を考えると、文献5で示されたようなゼオライトを用いた燐光発光の促進は、PLだからこそ容易な手法であると言える。つまり、ELの素子に適用することは比較的困難である。

【0031】そこで本発明者は、重原子を含む多孔体の細孔中に発光材料を含有させるというコンセプトを活かしつつ、なおかつ電気特性上およびプロセス上の問題点も生じにくい手法を考案した。それは、網目状の構造を形成する金属錯体を発光材料に対するホストとして用い、そのホストの網目中に発光材料を分散させる手法である。その模式図を図1に示す。

【0032】金属錯体によって形成される網目（以下、単に「格子」と記す）としては、金属原子101aが格子点に位置して配位子102aが架橋する図1(a)のような形態（以下、「格子A1」と記す）と、配位子102bが格子点に位置して金属原子101bが架橋する図1(b)のような形態（以下、「格子B1」と記す）が考えられる。なお、格子の形は図1のような四角形に限らず、様々な多角形（六角形など）が可能であると考えられる。また、格子は2次元（平面）構造および3次元（立体）構造の両方が可能である。

【0033】そして、このような格子構造を有する金属錯体の合成時ないしは成膜時に、適度な分子の大きさを持つ発光材料103を混合することによって、前記格子構造の格子間位置に発光材料を導入できる。

【0034】そこで本発明では、ELが得られる有機化合物と、金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、金属原子と配位子とが交互に配列する格子構造を形成し、前記金属原子が格子点であってなおかつ前記配位子が前記格子点を架橋する構造であることを特徴とする（格子A1）。

【0035】また、本発明では、ELが得られる有機化合物と、金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、金属原子と配位子とが交互に配列する格子構造を形成し、前記配位子が格子点であってなおかつ前記金属原子が前記格子点を架橋する構造であることを特徴とする（格子B1）。

【0036】なお、ほとんどの金属原子は多かれ少なか

れ重原子効果を引き起こすことができると考えられるが、PLの分野においては、特に臭素(Br;原子番号35)以上の重さの原子を含む場合に重原子効果が顕著に見られる。したがって、金属錯体に含まれる金属原子としては、ルビジウム(Rb;原子番号37)よりも重い金属原子が好ましい。

【0037】したがって本発明では、ELが得られる有機化合物と、金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、金属原子と配位子とが交互に配列する格子A1または格子B1の格子構造を形成し、前記金属原子がルビジウム以上の原子番号を有することを特徴とする。

【0038】ところで、重原子効果とは、重原子を導入することによりスピン-軌道相互作用が大きくなり、燐光発光が促進されることをいう。したがって、重原子を用いない場合でも、スピン-軌道相互作用の大きい分子構造を導入することができれば、三重項励起エネルギーを発光に変換しうる。

【0039】その一つの手法として、強磁性もしくは反強磁性を示す分子構造を導入することが考えられる。そこで本発明者は、複核錯体(二つの金属原子を核とする金属錯体)に着目した。その理由は、常磁性金属イオンを有する複核錯体において、しばしば錯体内で強磁性のあるいは反強磁性な相互作用が見られるためである。金属原子として重金属を選べば、重原子効果も加わるためさらに燐光発光は促進されうる。

【0040】そこで特に、図1における金属原子を、二つの金属原子で構成される複核構造に置き換えた金属錯体が、より好ましい(図2)。この場合、複核構造の部位201aが格子点に位置して配位子202aが架橋する図2(a)のような形態(以下、「格子A2」と記す)と、配位子202bが格子点に位置して複核構造の部位201bが架橋する図2(b)のような形態(以下、「格子B2」)が考えられる。なお、格子の形は図2のような四角形に限らず、様々な多角形(六角形など)が可能であると考えられる。また、格子は2次元(平面)構造および3次元(立体)構造の両方が可能である。

【0041】そして、このような格子構造を有する金属錯体の合成時ないしは成膜時に、適度な分子の大きさを持つ発光材料203を混合することによって、前記格子構造の格子間位置に発光材料を導入できる。

【0042】さらに、複核構造を有する金属錯体を本発明に用いた場合、格子が長方形の形状を取りやすくなるため、立方格子ないしは正方格子のような規則的構造が比較的容易に作製できる利点もある。そのため、先に述べたように、細孔が規則的に並んでいることから擬似的に超格子構造のような状態となり、安定な分子励起子が発生して発光特性の向上に繋がる可能性がある。

【0043】以上のことから、本発明では、ELが得られる有機化合物と、二つの金属原子を核とする複核構造を

有する金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、前記複核構造の部位と配位子とが交互に配列する格子構造を形成し、前記複核構造の部位が格子点であってなおかつ前記配位子が前記格子点を架橋する構造であることを特徴とする(格子A2)。

【0044】また、本発明では、ELが得られる有機化合物と、二つの金属原子を核とする複核構造を有する金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、前記複核構造の部位と配位子とが交互に配列する格子構造を形成し、前記配位子が格子点であってなおかつ前記複核構造の部位が前記格子点を架橋する構造であることを特徴とする(格子B2)。

【0045】なお金属種としては、遷移系元素の中でも、第5族から第11族に至るまでの金属元素が複核構造を形成しやすいため、本発明に好適である。中でも好ましくは、ニオブ、タンタル、モリブデン、およびタングステンが、重原子効果が顕著に現れる臭素よりも原子番号が大きく、なおかつ遷移系元素の中では安価な材料であるため、さらに適している。

【0046】したがって本発明では、ELが得られる有機化合物と、二つの金属原子を核とする複核構造を有する金属錯体と、からなる発光層を含む有機EL素子を有する発光装置において、前記金属錯体は、前記複核構造の部位と配位子とが交互に配列する格子A2または格子B2の格子構造を形成し、前記金属原子が第5族元素乃至第11族元素のいずれかの元素からなることを特徴とする。

【0047】以上のような発明を実施することにより、明るく消費電力が少ない上に多彩な発光色を呈する発光装置を、安価に提供することができる。さらに、そのような発光装置を用いることで、明るく消費電力が少ない上に多彩な発光色を呈し、安価な電気器具を提供することができる。

【0048】

【発明の実施の形態】本発明を実施するに辺って重要なことは、金属錯体の配位子として、剛直な基を有するものを選ぶことである。すなわち、アルキル基のような鎖状部分を主鎖とする配位子を用いると、架橋する際(あるいは格子点となる際)に、格子がねじれてしまい、均一な分布を持つ細孔が形成できなくなる。したがって、剛直な基として芳香族環(具体的には、パラフェニレン基を含む置換基、あるいは複素環を含む置換基、あるいは縮合環を含む置換基、など)を導入することが望ましい。

【0049】また、前記剛直な基は、側鎖として何らかの置換基を有しても良いが、その置換基は錯体形成に関与しないものであることが好ましい。つまり、例えばヒドロキシル基などを側鎖として有する場合、そこで錯体が形成されてしまい、予想される格子を形成しない可能

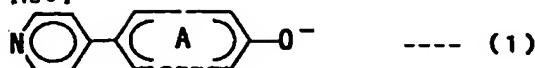
性がある。したがって、前記剛直な基の側鎖として好ましい置換基は、アルキル基やアルコキシ基などが考えられる。

【0050】まず、格子A1を形成する金属錯体の形態について、図3および図4を用いて述べる。図3に示すように、配位子Xの形態に関わらず、中心金属Mが四面体配位301であればクリストバライト型の格子（図3(a)）のような立体構造となり、中心金属Mが平面配位302であれば平方格子（図3(b)）になる。さらに、中心金属Mが八面体配位303できるのであれば、配位子Xと同じかあるいは異なる配位子Zを導入することにより、立方格子または正方格子が可能となる（図3(c)）。

【0051】ここで、図3(c)の例を図4に示す。中心金属Mとして2価の八面体配位可能な金属を、配位子Xとして好ましくは、下記一般式(1)で表されるようにフェノール性アニオンと4-ピリジル基とを両端に有する配位子を、配位子Zとして両端に非共有電子対を持つ配位子（例えばピラジン）を、それぞれ用いることにより図4のような構造が可能となると考えられる（Aは、パラフェニレン基を含む置換基、または複素環を含む置換基、または縮合環を含む置換基、などの剛直な置換基である）。

【0052】

【化5】

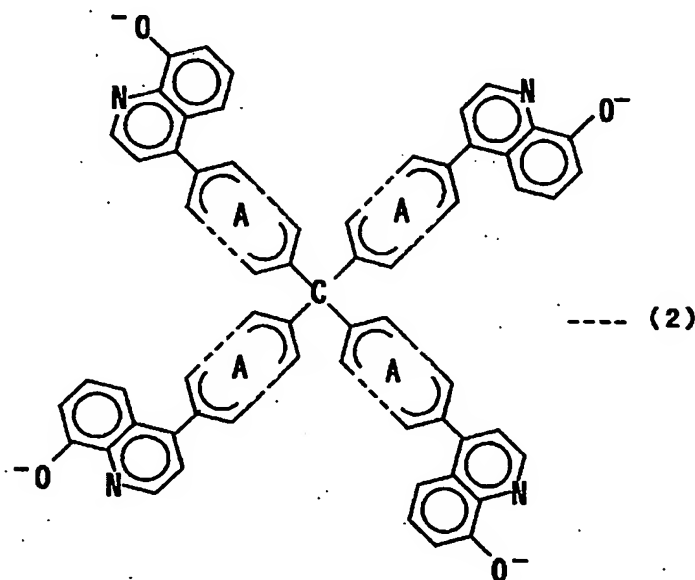


【0053】次に、格子B1を形成する金属錯体の形態について、図5、図6および図7を用いて述べる。まず図5に示すように、 $sp^3$ 混成軌道により4つの結合手を持つ原子Sp（具体的には第14族元素）を中心に持ち、四面体501の頂点方向に配位できる配位子Xを選ぶことにより、クリストバライト型の格子（図5(a)）が可能となると考えられる。

【0054】図5(a)の例を図5(b)に示す。配位子Xとして好ましくは、四面体の頂点方向に8-キノリノール骨格を有する下記構造式(2)のような配位子を用いればよい（Aは、パラフェニレン基を含む置換基、または複素環を含む置換基、または縮合環を含む置換基、などの剛直な置換基である。）なお下記構造式(3)に示すように、Aはなくても良い。ただしこの場合、中心金属Mとしては平面配位可能な金属を選択することが望ましい（四面体配位の場合、格子が大きくなってしまう）。

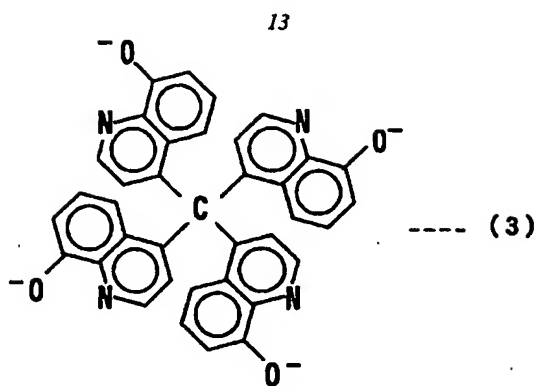
【0055】

【化6】



【化7】





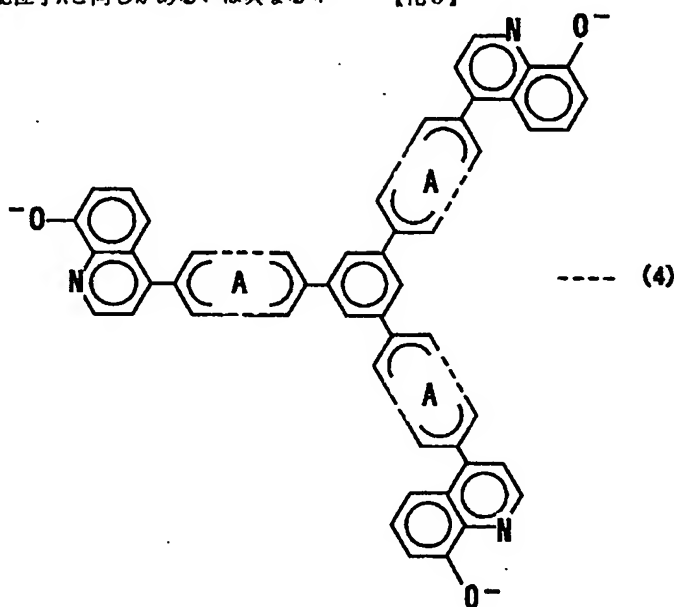
【0056】また、格子B1を形成する金属錯体の形態としては、図6(a)のように、ベンゼン環を中心に持ち、正三角形の頂点方向に配位できる配位子Xを選ぶことにより、六角形の格子も可能となると考えられる。また、図6(b)に示すように、配位子Xと同じかあるいは異なる\*

\*配位子Zを導入することにより、擬似的なハニカム状の格子(六方格子)が可能となると考えられる。

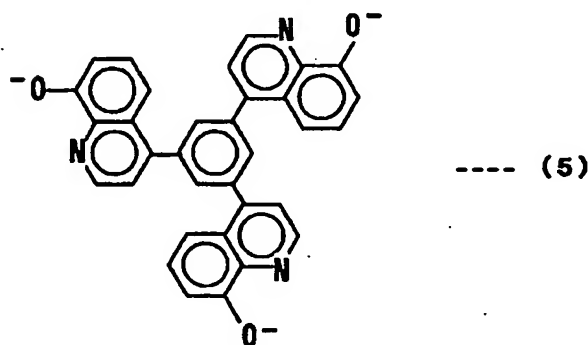
【0057】図6(b)の例を図7に示す。配位子Xとして好ましくは、ベンゼン環の1, 3, および5位にキノリノール骨格を有する下記構造式(4)のような配位子を用いればよい(Aは、パラフェニレン基を含む置換基、または複素環を含む置換基、または縮合環を含む置換基、などの剛直な置換基である。)なお下記構造式(5)に示すように、Aはなくても良い。また、配位子Zとしては、両端に非共有電子対を持つ配位子(例えばピラジン)を用いればよい。ただしこの場合、中心金属Mとしては八面体配位可能な金属を選択する必要がある。なお、図7における配位状態は、図示簡略化のため、紙面手前の金属原子のみ描いてある。

【0058】

【化8】



【化9】

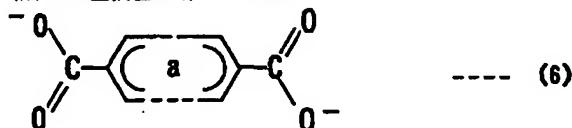


【0059】次に、格子A2を形成する複核構造の金属錯体の形態について、図8および図9を用いて述べる。図8に示すように、配位子Xの形態に関わらず、複核構造M<sub>2</sub>が平面配位801であれば平方格子(図8(a))になると

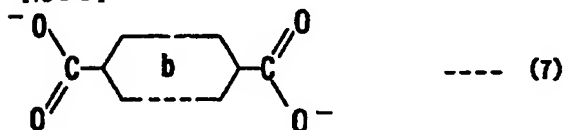
考えられる。さらに、複核構造M<sub>2</sub>が八面体配位802できるのであれば、配位子Xと同じかあるいは異なる配位子Zを導入することにより、立方格子または正方格子が可能となると考えられる(図8(b))。



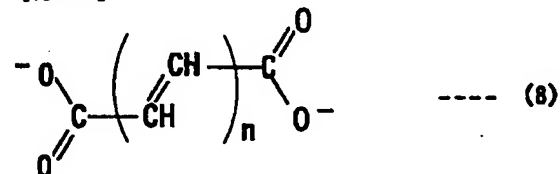
【0060】ここで、図8(b)の例を図9に示す。配位子Xとして好ましくは、下記一般式(6)～(8)で表されるような両端にカルボキシル基を有する、ジカルボン酸イオンを用いればよい(ただしaは、パラフェニレン基を含む置換基、または複素環を含む置換基、または縮合環を含む置換基、を表す。bは、一つもしくは複数のシクロアルキレン基を表し、前記bは置換基を有して \*



【化11】



【化12】



【0062】さらに、下記一般式(9)を配位子とする複核錯体に、両端に非共有電子対を持つ配位子(例えばピラジン)を配位させた場合にも、格子構造を形成することができる(cは、アリール基を含む置換基、または複素環を含む置換基、または縮合環を含む置換基、を表す。)

【0063】

【化13】



【0064】なお、本実施の形態で述べたようなA2型の格子構造を形成する金属錯体(一般式(6)～(9)を配位子とする複核錯体)に関しては、以下の文献に記載されている(文献6：高見澤聡、「分子を取り込む金属

\*いても良い。nは、1以上の整数を表す。)。配位子Zとしては、両端に非共有電子対を持つ配位子(例えばピラジン)を用いればよい。このようにして、図9のような構造が可能となる。

【0061】

【化10】

錯体」、化学と工業、第53巻、第2号(2000)、p.136-139)。

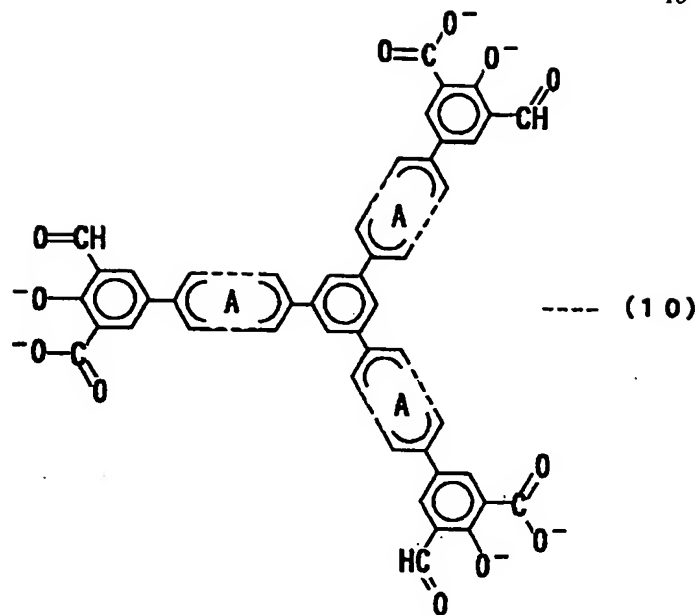
【0065】最後に、格子B2を形成する複核構造の金属錯体の形態について、図10を用いて述べる。図10(a)のように、ベンゼン環を中心に持ち、正三角形の頂点方向に配位できる配位子Xを選ぶことにより、六角形の格子が可能となると考えられる。また、図10(b)に示すように、配位子Xと同じかあるいは異なる配位子Zを導入することにより、擬似的なハニカム状の格子(六方格子)が可能となると考えられる。

【0066】図10(b)の例を図11に示す。配位子Xとして好ましくは、下記一般式(10)で表されるようなベンゼン環の1, 3, および5位にホルミルサリチル酸骨格を有する配位子か、あるいは下記一般式(11)で表されるようなベンゼン環の1, 3, および5位にカルボキシサリチリデンアミン骨格を有する配位子を用いればよい(Aは、パラフェニレン基を含む置換基、または複素環を含む置換基、または縮合環を含む置換基、などの剛直な置換基である。)なお下記一般式(12)、

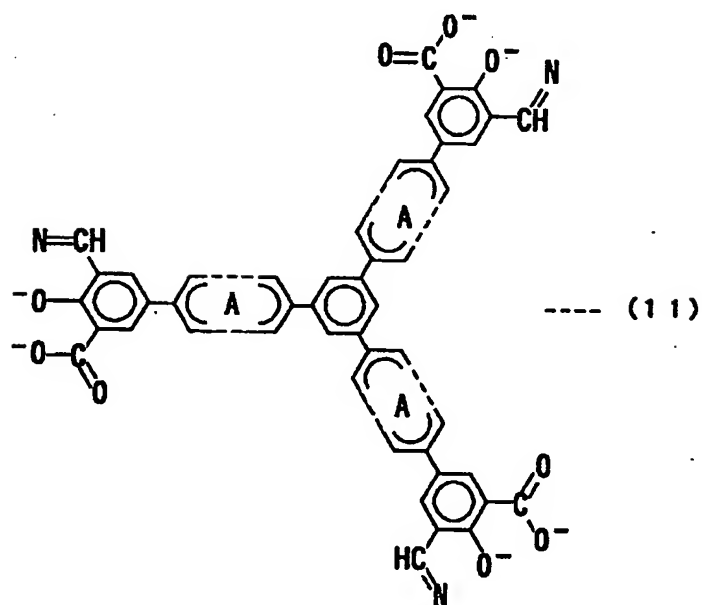
(13)に示すように、Aはなくても良い。また、配位子Zとしては、中心金属が2価の場合は両端に非共有電子対を持つ配位子(例えばピラジン)を、中心金属が3価の場合はジカルボン酸イオンを用いればよい。図11では、上記一般式(9)で表される配位子Xと、ジカルボン酸イオンである配位子Zを用いた。なお、図11における配位状態は、図示簡略化のため、紙面手前の金属原子のみ描いてある。

【0067】

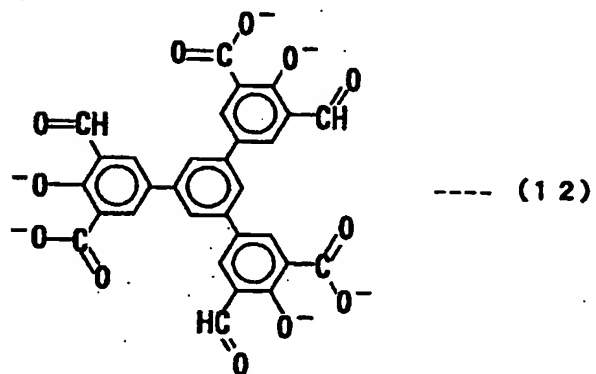
【化14】



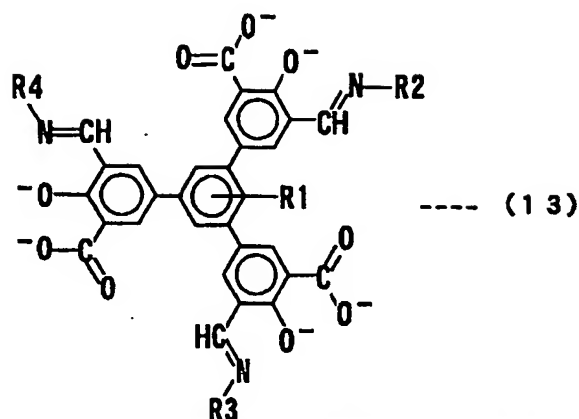
【化15】



【化16】



【化17】



【0068】ところで、以上の実施の形態の中で最も好ましい形態は、A2型の格子構造を形成できる金属錯体であると言える。その理由としては、既に合成法がある程度確立されており、なおかつその合成法が比較的簡便なためである。下記の文献7によれば、一般式(6)においてaがフェニレン基である配位子(すなわち、テレフタル酸イオン)と銅(II)イオンからなる複核錯体(すなわち、テレフタル酸銅(II))の合成方法は、銅(II) 20 四水和物とテレフタル酸のそれぞれのメタノール溶液を混合するだけであり、極めて簡便であることがわかる

(文献7: 森和亮、高見澤聡、「新しいマイクロボア \*

\*物質」、化学と工業、第51巻、第2号(1998)、p.210-212)。

【0069】ここで、文献6に記載されている配位子の中で、一般式(6)~(9)に該当するものを下記表1にまとめた。複核構造を形成する中心金属としては、Cu、Cr、Mo、W、Rh、Re、Ruなどが挙げられている。なお、下記表1中のNo.7の配位子を用い、中心金属をRhとした複核錯体に関しては、ピラジンを用いて架橋することにより三次元構造を形成できることが示されている。

【0070】

【表1】

	分類	置換基	構造式
No.1	一般式(4)	a → パラフェニレン基	
No.2	一般式(4)	a → 2,5-ピリジレン基	
No.3	一般式(4)	a → 2,6-ナフチレン基	
No.4	一般式(5)	b → 1,4-シクロヘキシレン基	
No.5	一般式(6)	n = 1	
No.6	一般式(6)	n = 2	
No.7	一般式(7)	c → フェニル基	

【0071】これらの容易な合成法が確立されている金属錯体を有機EL素子の発光層として適用することにより、本発明を実施することが比較的容易となるため、本発明に好適である。

【0072】

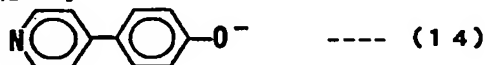
【実施例】以下では、発明の実施の形態において述べた各構成を具体的に例示する。なお、実施例1から実施例7までの有機EL素子構造は、図12に示した。

【実施例1】本実施例では、発明の実施の形態において

50 図3(b)で述べたような金属錯体を用いた有機EL素子

を、具体的に例示する。中心金属Mとして2価の平面配位可能な金属であるCu(II)を、配位子Xとして下記式(14)で表される化合物を用いる。

【化18】



【0073】まず、透明な陽極1202であるITOが成膜されたガラス基板1201上に、スルホン酸をドーブして導電性を向上させたポリエチレンジオキシシチオフェン（以下、「PEDOT」と記す）の水溶液をスピンコーティングにより成膜し、水分を蒸発させることにより正孔注入層1203とする。膜厚は30nm程度が望ましい。

【0074】次に、中心金属MであるCu(II)と、配位子Xである上記式(14)で表される配位子と、からなる平方格子構造の金属錯体1204a、およびトリス（8-キノリノラト）アルミニウム（以下、「Alq<sub>3</sub>」と記す）からなる発光材料1204bを同一の有機溶媒に溶解させる。こ \*

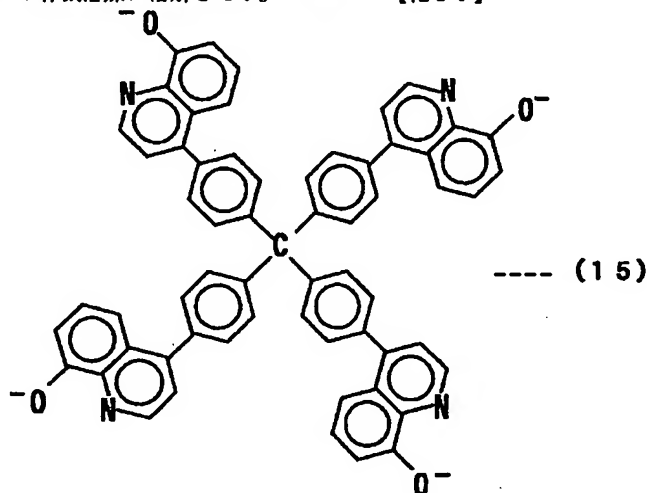
\*の溶液をスピンコーティングによりPEDOT上に塗布し、溶媒を蒸発させることにより電子輸送性発光層1204とする。膜厚は50nm程度が望ましい。

【0075】なお、上記平方格子構造の金属錯体1204aの作製法であるが、Cu(II)を含む金属塩と配位子とを混合させることで作製できると考えられる。この時、中心金属Mと配位子Xとの存在比は、M:X=1:2となるように調整する必要がある。

【0076】最後に、電子注入層1205としてリチウムアセチルアセトネート錯体（以下、「Li(acac)」と記す）を2nm程度、陰極1206としてAlを100nm程度成膜することにより、有機EL素子とする。

【0077】【実施例2】本実施例では、発明の実施の形態において図5(b)で述べたような金属錯体を用いた有機EL素子を、具体的に例示する。中心金属Mとして2価の平面配位可能な金属であるNi(II)を、配位子Xとして下記式(15)で表される化合物を用いる。

【化19】



【0078】まず、透明な陽極1202であるITOが成膜されたガラス基板1201上に、スルホン酸をドーブして導電性を向上させたPEDOTの水溶液をスピンコーティングにより成膜し、水分を蒸発させることにより正孔注入層1203とする。膜厚は30nm程度が望ましい。

【0079】次に、中心金属MであるNi(II)と、配位子Xである上記式(15)で表される配位子と、からなるクリストバライト型格子構造の金属錯体1204a、およびAlq<sub>3</sub>からなる発光材料1204bを同一の有機溶媒に溶解させる。この溶液をスピンコーティングによりPEDOT上に塗布し、溶媒を蒸発させることにより電子輸送性発光層1204とする。膜厚は50nm程度が望ましい。

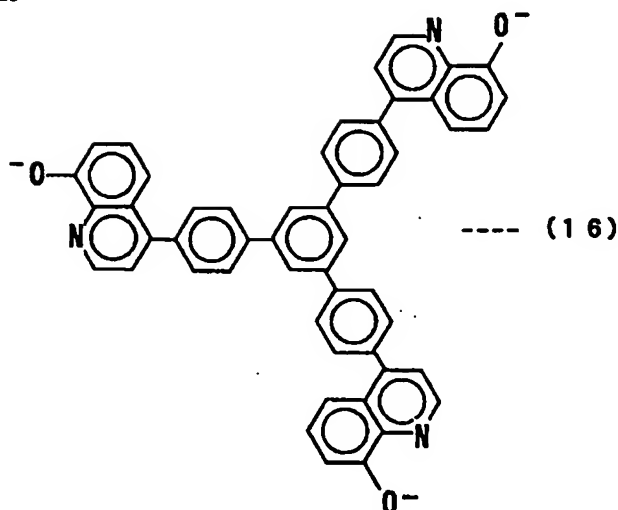
【0080】なお、上記クリストバライト型格子構造の金属錯体1204aの作製法であるが、Ni(II)を含む金属塩

と配位子とを混合させることで作製できると考えられる。この時、中心金属Mと配位子Xとの存在比は、M:X=2:1となるように調整する必要がある。

【0081】最後に、電子注入層1205としてLi(acac)を2nm程度、陰極1206としてAlを100nm程度成膜することにより、有機EL素子とする。

【0082】【実施例3】本実施例では、発明の実施の形態において図7で述べたような金属錯体を用いた有機EL素子を、具体的に例示する。中心金属Mとして2価の八面体配位可能な金属であるCo(II)を、配位子Xとして下記式(16)で表される化合物を、配位子Zとしてピラジンを用いる。

【化20】



【0083】まず、透明な陽極1202であるITOが成膜されたガラス基板1201上に、スルホン酸をドーブして導電性を向上させたPEDOTの水溶液をスピンコーティングにより成膜し、水分を蒸発させることにより正孔注入層1203とする。膜厚は30nm程度が望ましい。

【0084】次に、中心金属MであるCo(II)と、配位子Xである上記式(16)で表される配位子と、配位子Zであるピラジンと、からなる六方格子構造の金属錯体1204a、およびAlq<sub>3</sub>からなる発光材料1204bを同一の有機溶媒に溶解させる。この溶液をスピンコーティングによりPEDOT上に塗布し、溶媒を蒸発させることにより電子輸送性発光層1204とする。膜厚は50nm程度が望ましい。

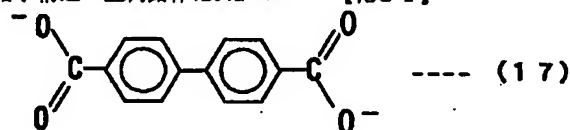
【0085】なお、上記六方格子構造の金属錯体1204a \*

\*の作製法であるが、Co(II)を含む金属塩と配位子とを混合させることで作製できると考えられる。この時、中心金属Mと配位子Xと配位子Zとの存在比は、M:X:Z=3:2:3となるように調整する必要がある。

【0086】最後に、電子注入層1205としてLi(acac)を2nm程度、陰極1206としてAlを100nm程度成膜することにより、有機EL素子とする。

【0087】【実施例4】本実施例では、発明の実施の形態において図9で述べたような複核錯体を用いた有機EL素子を、具体的に例示する。中心金属Mとして2価の金属であるMo(II)を、配位子Xとして下記式(17)で表される化合物を、配位子Zとしてピラジンを用いる。

【化21】



【0088】まず、透明な陽極1202であるITOが成膜されたガラス基板1201上に、スルホン酸をドーブして導電性を向上させたPEDOTの水溶液をスピンコーティングにより成膜し、水分を蒸発させることにより正孔注入層1203とする。膜厚は30nm程度が望ましい。

【0089】次に、中心金属MであるMo(II)と、配位子Xである上記式(17)で表される配位子と、配位子Zであるピラジンと、からなる正方格子構造の複核錯体1204a、およびAlq<sub>3</sub>からなる発光材料1204bを同一の有機溶媒に溶解させる。この溶液をスピンコーティングによりPEDOT上に塗布し、溶媒を蒸発させることにより電子輸送性発光層1204とする。膜厚は50nm程度が望ましい。

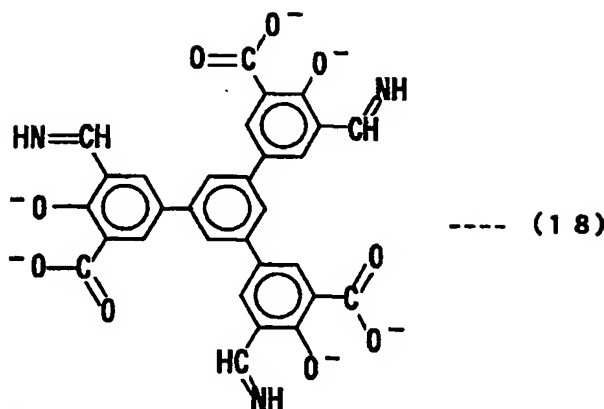
【0090】なお、上記正方格子構造の複核錯体1204aの作製法であるが、酢酸銅一水和物型の複核Mo(II)錯体

と配位子とを混合させる、配位子置換反応で作製できると考えられる。この時、中心金属Mと配位子Xと配位子Zとの存在比は、M:X:Z=2:2:1となるように調整する必要がある。

【0091】最後に、電子注入層1205としてLi(acac)を2nm程度、陰極1206としてAlを100nm程度成膜することにより、有機EL素子とする。

【0092】【実施例5】本実施例では、発明の実施の形態において図11で述べたような複核錯体を用いた有機EL素子を、具体的に例示する。中心金属Mとして3価の金属であるMn(III)を、配位子Xとして下記式(18)で表される化合物を、配位子Zとしてテレフタル酸を用いる。

【化22】



【0093】まず、透明な陽極1202であるITOが成膜されたガラス基板1201上に、スルホン酸をドーブして導電性を向上させたPEDOTの水溶液をスピンコーティングにより成膜し、水分を蒸発させることにより正孔注入層1203とする。膜厚は30nm程度が望ましい。

【0094】次に、中心金属MであるMn(II)と、配位子Xである上記式(18)で表される配位子と、配位子Zであるテレフタル酸と、からなる六方格子構造の複核錯体1204a、およびAlq<sub>3</sub>からなる発光材料1204bを同一の有機溶媒に溶解させる。この溶液をスピンコーティングによりPEDOT上に塗布し、溶媒を蒸発させることにより電子輸送性発光層1204とする。膜厚は50nm程度が望ましい。

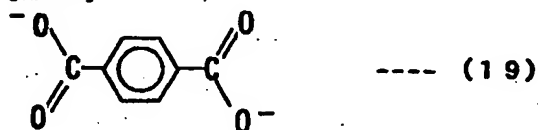
【0095】なお、上記六方格子構造の複核錯体1204aの作製法であるが、Mn(II)を含む金属塩と配位子とを混合させることで作製できると考えられる。この時、中心金属Mと配位子Xと配位子Zとの存在比は、M:X:Z=6:2:3となるように調整する必要がある。

【0096】最後に、電子注入層1205としてLi(acac)を2nm程度、陰極1206としてAlを100nm程度成膜することにより、有機EL素子とする。

【0097】【実施例6】本実施例では、発明の実施の形態における表1で示された配位子を用いた複核錯体を具体的に例示し、これを用いた有機発光素子の作製法を示す。ここでは、表1におけるNo.1(テレフタル酸イオン；下記式(19))を用いた銅複核錯体を用いる。

【0098】

【化23】



【0099】まず、透明な陽極1202であるITOが成膜されたガラス基板1201上に、スルホン酸をドーブして導電性を向上させたPEDOTの水溶液をスピンコーティングにより成膜し、水分を蒸発させることにより正孔注入層1203とする。膜厚は30nm程度が望ましい。

【0100】次に、中心金属Cuの原料である蟻酸銅四水

和物のメタノール溶液と、配位子の原料であるテレフタル酸のメタノール溶液と、Alq<sub>3</sub>のメタノール溶液とを、混合すると同時にスピンコーティングによりPEDOT上に塗布し、溶媒を蒸発させることにより電子輸送性発光層1204とする。文献6に示される通り、蟻酸銅四水とテレフタル酸は反応して格子構造の複核錯体1204aを形成する。Alq<sub>3</sub>からなる発光材料1204bは格子中に取り込まれると考えられる。膜厚は50nm程度が望ましい。

【0101】最後に、電子注入層1205としてLi(acac)を2nm程度、陰極1206としてAlを100nm程度成膜することにより、有機EL素子とする。

【0102】【実施例7】本実施例では、発明の実施の形態における表1で示された配位子を用いた複核錯体を具体的に例示し、これを用いた有機発光素子の作製法を示す。ここでは、表1におけるNo.7(安息香酸イオン；下記式(20))を用いたロジウム複核錯体を用いる。

【0103】

【化24】



【0104】まず、透明な陽極1202であるITOが成膜されたガラス基板1201上に、スルホン酸をドーブして導電性を向上させたPEDOTの水溶液をスピンコーティングにより成膜し、水分を蒸発させることにより正孔注入層1203とする。膜厚は30nm程度が望ましい。

【0105】次に、文献6で示されている安息香酸ロジウム複核錯体をピラジンに溶解させ、この溶液とAlq<sub>3</sub>とを混合した後、スピンコーティングによりPEDOT上に塗布し、溶媒を減圧下にて蒸発させることにより電子輸送性発光層1204とする。この場合、文献6に示されるような、安息香酸ロジウム複核錯体とピラジンからなる格子構造の複核錯体1204aが形成され、Alq<sub>3</sub>からなる発光材料1204bは格子中に取り込まれると考えられる。膜厚は50nm程度が望ましい。

【0106】最後に、電子注入層1205としてLi(acac)を

2nm程度、陰極1206としてAlを100nm程度成膜することにより、有機EL素子とする。

【0107】[実施例8] 本実施例では、本発明で開示した有機EL素子を含む発光装置について説明する。図13は本発明の有機EL素子を用いたアクティブマトリクス型発光装置の断面図である。なお、能動素子としてここでは薄膜トランジスタ（以下、「TFT」と記す）を用いているが、MOSトランジスタを用いてもよい。

【0108】また、TFTとしてトップゲート型TFT（具体的にはプレーナ型TFT）を例示するが、ボトムゲート型TFT（典型的には逆スタガ型TFT）を用いることもできる。

【0109】図13において、1301は基板であり、ここでは可視光を透過する基板を用いる。具体的には、ガラス基板、石英基板、結晶化ガラス基板もしくはプラスチック基板（プラスチックフィルムを含む）を用いればよい。なお、基板1301には、基板の表面に設けた絶縁膜も含めるものとする。

【0110】基板1301の上には画素部1311および駆動回路1312が設けられている。まず、画素部1311について説明する。

【0111】画素部1311は画像表示を行う領域であり、複数の画素を有し、各画素には有機EL素子に流れる電流を制御するためのTFT（以下、「電流制御TFT」と記す）1302、画素電極（陽極）1303、有機EL層1304および陰極1305が設けられている。なお、図13では電流制御TFTしか図示していないが、電流制御TFTのゲートに加わる電圧を制御するためのTFT（以下、「スイッチングTFT」と記す）を設けている。

【0112】電流制御TFT1302は、ここではpチャネル型TFTを用いることが好ましい。nチャネル型TFTとすることも可能であるが、図13のように有機EL素子の陽極に電流制御TFTを接続する場合は、pチャネル型TFTの方が消費電力を押さえることができる。ただし、スイッチングTFTはnチャネル型TFTでもpチャネル型TFTでもよい。

【0113】また、電流制御TFT1302のドレインには画素電極1303が電気的に接続されている。本実施例では、画素電極1303の材料として仕事関数が4.5～5.5eVの導電性材料を用いるため、画素電極1303は有機EL素子の陽極として機能する。画素電極1303として代表的には、酸化インジウム、酸化錫、酸化亜鉛もしくはこれらの化合物（ITOなど）を用いればよい。画素電極1303の上には有機EL層1304が設けられている。

【0114】さらに、有機EL層1304の上には陰極1305が設けられている。陰極1305の材料としては、仕事関数が2.5～3.5eVの導電性材料を用いることが望ましい。陰極1305として代表的には、アルカリ金属元素もしくはアルカリ度類金属元素を含む導電膜、あるいはその導電膜にアルミニウム合金を積層したものを用いればよい。

【0115】また、画素電極1303、有機EL膜1304、およ

び陰極1305からなる層は、保護膜1306で覆われている。保護膜1306は、有機EL素子を酸素および水から保護するために設けられている。保護膜1306の材料としては、窒化珪素、窒化酸化珪素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、もしくは炭素（具体的にはダイヤモンドライクカーボン）を用いる。

【0116】次に、駆動回路1312について説明する。駆動回路1312は画素部1311に伝送される信号（ゲート信号およびデータ信号）のタイミングを制御する領域であり、シフトレジスタ、バッファ、ラッチ、アナログスイッチ（トランスファゲート）もしくはレベルシフトが設けられている。図13では、これらの回路の基本単位としてnチャネル型TFT1307およびpチャネル型TFT1308からなるCMOS回路を示している。

【0117】なお、シフトレジスタ、バッファ、ラッチ、アナログスイッチ（トランスファゲート）もしくはレベルシフトの回路構成は、公知のものでよい。また図13では、同一の基板上に画素部1311および駆動回路1312を設けているが、駆動回路1312を設けずにICやLSIを電気的に接続することもできる。

【0118】また、図13では電流制御TFT1302に画素電極（陽極）1303が電気的に接続されているが、陰極が電流制御TFTに接続された構造をとることもできる。その場合、画素電極を陰極1305と同様の材料で形成し、陰極を画素電極（陽極）1303と同様の材料で形成すればよい。その場合、電流制御TFTはnチャネル型TFTとすることが好ましい。

【0119】ここで、図13に示したアクティブマトリクス型発光装置の外観を図14に示す。なお、図14(a)には上面図を示し、図14(b)には図14(a)をP-P'で切断した時の断面図を示す。また、図13の符号を引用する。

【0120】図14(a)において、1401は画素部、1402はゲート信号側駆動回路、1403はデータ信号側駆動回路である。また、ゲート信号側駆動回路1402およびデータ信号側駆動回路1403に伝送される信号は、入力配線1404を介してTAB（Tape Automated Bonding）テープ1405から入力される。なお、図示しないが、TABテープ1405の代わりに、TABテープにIC（集積回路）を設けたTCP（Tape Carrier Package）を接続してもよい。

【0121】このとき、1406は図13に示した有機EL素子の上方に設けられるカバー材であり、樹脂からなるシール材1407により接着されている。カバー材1406は酸素および水を透過しない材質であれば、いかなるものを用いてもよい。本実施例では、カバー材1406は図14(b)に示すように、プラスチック材1406aと、前記プラスチック材1406aの表面および裏面に設けられた炭素膜（具体的にはダイヤモンドライクカーボン膜）1406b、1406cからなる。

【0122】さらに、図14(b)に示すように、シール



材1407は樹脂からなる封止材1408で覆われ、有機EL素子を完全に密閉空間1409に封入するようになっている。密閉空間1409は不活性ガス（代表的には窒素ガスや希ガス）、樹脂または不活性液体（例えばパーフルオロアルカンに代表される液状のフッ素化炭素）を充填しておけばよい。さらに、吸湿剤や脱酸素剤を設けることも有効である。

【0123】また、本実施例に示した発光装置の表示面（画像を観測する面）に偏光板をもうけてもよい。この偏光板は、外部から入射した光の反射を押さえ、観測者が表示面に映り込むことを防ぐ効果がある。一般的には、円偏光板が用いられている。ただし、有機EL膜から発した光が偏光板により反射されて内部に戻ることを防ぐため、屈折率を調節して内部反射の少ない構造とすることが好ましい。

【0124】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機EL素子には、本発明で開示した有機EL素子のいずれを用いてもよい。

#### 【実施例9】

【0125】本実施例では、本発明で開示した有機EL素子を含む発光装置の例として、パッシブマトリクス型発光装置を例示する。図15(a)にはその上面図を示し、図15(b)には図15(a)をP-P'で切断した時の断面図を示す。

【0126】図15(a)において、1501は基板であり、ここではプラスチック材を用いる。プラスチック材としては、ポリイミド、ポリアミド、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、PES（ポリエチレンサルファイド）、PC（ポリカーボネート）、PET（ポリエチレンテレフタレート）もしくはPEN（ポリエチレンナフタレート）を板状、もしくはフィルム上にしたものを使用できる。

【0127】1502は酸化導電膜からなる走査線（陽極）であり、本実施例では酸化亜鉛に酸化ガリウムを添加した酸化物導電膜を用いる。また、1503は金属膜からなるデータ線（陰極）であり、本実施例ではビスマス膜を用いる。また、1504はアクリル樹脂からなるバンクであり、データ線1503を分断するための隔壁として機能する。走査線1502とデータ線1503は両方とも、ストライプ状に複数形成されており、互いに直交するように設けられている。なお、図15(a)では図示していないが、走査線1502とデータ線1503の間には有機EL層が挟まれており、交差部1505が画素となる。

【0128】そして、走査線1502およびデータ線1503はTABテープ1507を介して外部の駆動回路に接続される。なお、1508は走査線1502が集合してなる配線群を表しており、1509はデータ線1503に接続された接続配線1506の集合からなる配線群を表す。また、図示していないが、TABテープ1507の代わりに、TABテープにICを設けたTCPを接続してもよい。

【0129】また、図15(b)において、1510はシール

材、1511はシール材1510によりプラスチック材1501に貼り合わされたカバー材である。シール材1510としては硬化樹脂を用いていけばよく、脱ガスが少なく、吸湿性の低い材料が望ましい。カバー材としては基板1501と同一の材料が好ましく、ガラス（石英ガラスを含む）もしくはプラスチックを用いることができる。ここではプラスチック材を用いる。

【0130】次に、画素領域の構造の拡大図を図15(c)に示す。1513は有機EL層である。なお、図15(c)に示すように、バンク1504は下層の幅が上層の幅よりも狭い形状になっており、データ線1503を物理的に分断できる。また、シール材1510で囲まれた画素部1514は、樹脂からなる封止材1515により外気から遮断され、有機EL層の劣化を防ぐ構造となっている。

【0131】以上のような構成からなる本発明の発光装置は、画素部1514が走査線1502、データ線1503、バンク1504および有機EL層1513で形成されるため、非常に簡単なプロセスで作製することができる。

【0132】また、本実施例に示した発光装置の表示面（画像を観測する面）に偏光板をもうけてもよい。この偏光板は、外部から入射した光の反射を押さえ、観測者が表示面に映り込むことを防ぐ効果がある。一般的には、円偏光板が用いられている。ただし、有機EL膜から発した光が偏光板により反射されて内部に戻ることを防ぐため、屈折率を調節して内部反射の少ない構造とすることが好ましい。

【0133】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機EL素子には、本発明で開示した有機EL素子のいずれを用いてもよい。

【0134】【実施例10】本実施例では、実施例9で示した発光装置にプリント配線板を設けてモジュール化した例を示す。

【0135】図16(a)に示すモジュールは、基板1601（ここでは、画素部1602、配線1603a、1603bを含む）にTABテープ1604が取り付けられ、前記TABテープ1604を介してプリント配線板1605が取り付けられている。

【0136】ここで、プリント配線板1605の機能ブロック図を図16(b)に示す。プリント配線板1605の内部には少なくともI/Oポート（入力もしくは出力部）1606、1609、データ信号側駆動回路1607およびゲート信号側回路1608として機能するICが設けられている。

【0137】このように、基板面に画素部が形成された基板にTABテープが取り付けられ、そのTABテープを介して駆動回路としての機能を有するプリント配線板が取り付けられた構成のモジュールを、本明細書では特に駆動回路外付け型モジュールと呼ぶことにする。

【0138】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機EL素子には、本発明で開示した有機EL素子のいずれを用いてもよい。

【0139】【実施例11】本実施例では、実施例8も

しくは実施例9に示した発光装置にプリント配線板を設けてモジュール化した例を示す。

【0140】図17(a)に示すモジュールは、基板1701(ここでは、画素部1702、データ信号側駆動回路1703、ゲート信号側駆動回路1704、配線1703a、1704aを含む)にTABテープ1705が取り付けられ、そのTABテープ1705を介してプリント配線板1706が取り付けられている。プリント配線板1706の機能ブロック図を図17(b)に示す。

【0141】図17(b)に示すように、プリント配線板1706の内部には少なくともI/Oポート1707、1710、コントロール部1708として機能するICが設けられている。なお、ここではメモリ部1709を設けてあるが、必ずしも必要ではない。またコントロール部1708は、駆動回路の制御、映像データの補正などをコントロールするための機能を有した部位である。

【0142】このように、有機EL素子の形成された基板にコントローラーとしての機能を有するプリント配線板が取り付けられた構成のモジュールを、本明細書では特にコントローラー外付け型モジュールと呼ぶことにす

る。

【0143】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機EL素子には、本発明で開示した有機EL素子のいずれを用いてもよい。

【0144】[実施例12]上記実施例で述べた本発明の発光装置は、明るく低消費電力であるという利点を有する。したがって、前記発光装置が表示部等として含まれる電気器具は、従来よりも低い消費電力で動作可能な電気器具となる。特に電源としてバッテリーを使用する携帯機器のような電気器具に関しては、低消費電力化が便利さに直結する(電池切れが起こりにくい)ため、極めて有用である。

【0145】また、前記発光装置は、自発光型であることから液晶表示装置のようなバックライトは必要なく、有機EL膜の厚みも1 $\mu$ mに満たないため、薄型軽量化が可能である。したがって、前記発光装置が表示部等として含まれる電気器具は、従来よりも薄型軽量の電気器具となる。このことも、特に携帯機器のような電気器具に関して、便利さ(持ち運びの際の軽さやコンパクトさ)に直結するため、極めて有用である。さらに、電気器具全般においても、薄型である(かさばらない)ことは運送面(大量輸送が可能)、設置面(部屋などのスペース確保)からみても有用であることは疑いない。

【0146】なお、前記発光装置は自発光型であるために、液晶表示装置に比べて明るい場所での視認性に優れ、しかも視野角が広いという特徴を持つ。したがって、前記発光装置を表示部として有する電気器具は、表示の見やすさの点でも大きなメリットがある。

【0147】すなわち、本発明の発光装置を用いた電気器具は、低消費電力・薄型軽量・高視認性といった長所

を持っている。さらに前記発光装置は、安価で入手できる従来の蛍光色素を用いて燐光を促進させる構成であるため、前記発光装置を用いた電気器具は従来に比べて安価になるというメリットも持つ。

【0148】本実施例では、本発明の発光装置を表示部として含む電気器具を例示する。その具体例を図18および図19に示す。なお、本実施例の電気器具に含まれる有機EL素子には、本発明で開示した金属錯体のいずれを用いても良い。また、本実施例の電気器具に含まれる発光装置の形態は、図13～図17のいずれの形態を用いても良い。

【0149】図18(a)は有機ELディスプレイであり、筐体1801a、支持台1802a、表示部1803aを含む。本発明の発光装置を表示部1803aとして用いたディスプレイを作製することにより、薄く軽量のディスプレイを実現できる。よって、輸送が簡便になり、さらに設置の際の省スペースが可能となる。

【0150】図18(b)はビデオカメラであり、本体1801b、表示部1802b、音声入力部1803b、操作スイッチ1804b、バッテリー1805b、受像部1806bを含む。本発明の発光装置を表示部1802bとして用いたビデオカメラを作製することにより、消費電力が少なく、軽量のビデオカメラを実現できる。よって、電池の消費量が少なくなり、持ち運びも簡便になる。

【0151】図18(c)はデジタルカメラであり、本体1801c、表示部1802c、接眼部1803c、操作スイッチ1804cを含む。本発明の発光装置を表示部1802cとして用いたデジタルカメラを作製することにより、消費電力が少なく、軽量のデジタルカメラを実現できる。よって、電池の消費量が少なくなり、持ち運びも簡便になる。

【0152】図18(d)は記録媒体を備えた画像再生装置であり、本体1801d、記録媒体(CD、LD、またはDVDなど)1802d、操作スイッチ1803d、表示部(A)1804d、表示部(B)1805dを含む。表示部(A)1804dは主として画像情報を表示し、表示部(B)1805dは主として文字情報を表示する。本発明の発光装置をこれら表示部(A)1804dや表示部(B)1805dとして用いた前記画像再生装置を作製することにより、消費電力が少なく、軽量な前記画像再生装置を実現できる。なお、この記録媒体を備えた画像再生装置には、CD再生装置、ゲーム機器なども含む。

【0153】図18(e)は携帯型(モバイル)コンピュータであり、本体1801e、表示部1802e、受像部1803e、操作スイッチ1804e、メモリスロット1805eを含む。本発明の発光装置を表示部1802eとして用いた携帯型コンピュータを作製することにより、消費電力が少なく、薄型軽量の携帯型コンピュータを実現できる。よって、電池の消費量が少なくなり、持ち運びも簡便になる。なお、この携帯型コンピュータはフラッシュメモリや不揮発性メモリを集積化した記録媒体に情報を記録したり、それを再生したりすることができる。

【0154】図18(f)はパーソナルコンピュータであり、本体1801f、筐体1802f、表示部1803f、キーボード1804fを含む。本発明の発光装置を表示部1803fとして用いたパーソナルコンピュータを作製することにより、消費電力が少なく、薄型軽量のパーソナルコンピュータを実現できる。特に、ノートパソコンのように持ち歩く用途が必要な場合、電池の消費量や軽さの点で大きなメリットとなる。

【0155】なお、上記電気器具はインターネットなどの電子通信回線や電波などの無線通信を通じて配信される情報を表示することが多くなってきており、特に動画情報を表示する機会が増えている。有機EL素子の応答速度は非常に速く、そのような動画表示に好適である。

【0156】次に、図19(a)は携帯電話であり、本体1901a、音声出力部1902a、音声入力部1903a、表示部1904a、操作スイッチ1905a、アンテナ1906aを含む。本発明の発光装置を表示部1904aとして用いた携帯電話を作製することにより、消費電力が少なく、薄型軽量の携帯電話を実現できる。よって、電池の消費量が少なくなり、持ち運びも楽になる上にコンパクトな本体にできる。

【0157】図19(b)は音響機器（具体的には車載用オーディオ）であり、本体1901b、表示部1902b、操作スイッチ1903b、1904bを含む。本発明の発光装置を表示部1902bとして用いた音響機器を作製することにより、消費電力が少なく、軽量の音響機器を実現できる。また、本実施例では車載用オーディオを例として示すが、家庭用オーディオに用いても良い。

【0158】なお、図18～図19で示したような電気器具において、さらに光センサを内蔵させ、使用環境の明るさを検知する手段を設けることで、使用環境の明るさに応じて発光輝度を変調させるような機能を持たせることは有効である。使用者は、使用環境の明るさに比べてコントラスト比で100～150の明るさを確保できれば、問題なく画像もしくは文字情報を認識できる。すなわち、使用環境が明るい場合は画像の輝度を上げて見やすくし、使用環境が暗い場合は画像の輝度を抑えて消費電力を抑えるといったことが可能となる。

【0159】また、本発明の発光装置を光源として用いた様々な電気器具も、低消費電力での動作や薄型軽量化が可能であるため、非常に有用と言える。代表的には、

液晶表示装置のバックライトもしくはフロントライトといった光源、または照明機器の光源として本発明の発光装置を含む電気器具は、低消費電力の実現や薄型軽量化が可能である。

【0160】したがって、本実施例に示した図18～図19の電気器具の表示部を、全て液晶ディスプレイにする場合においても、その液晶ディスプレイのバックライトもしくはフロントライトとして本発明の発光装置を用いた電気器具を作製することにより、消費電力が少なく、薄くて軽量の電気器具が達成できる。

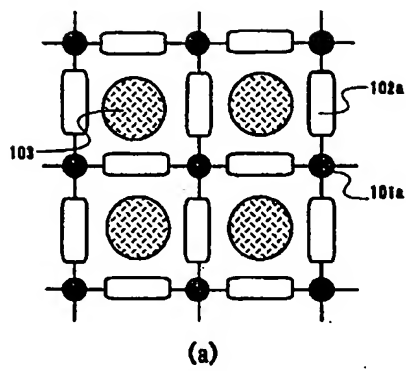
#### 【0161】

【発明の効果】本発明を実施することで、明るく消費電力が少ない上に、発光色が多彩でコスト的にも優れた発光装置を得ることができる。さらに、そのような発光装置を光源もしくは表示部に用いることで、明るく消費電力が少ない上に、発光色が多彩で安価な電気器具を得ることができる。

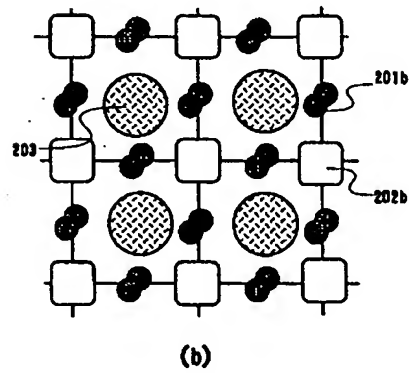
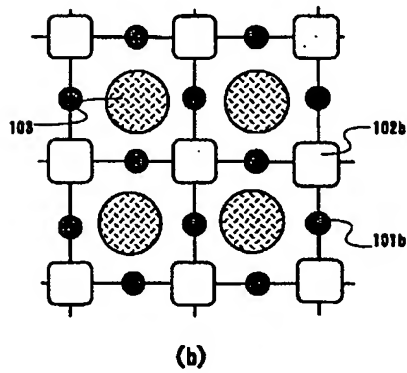
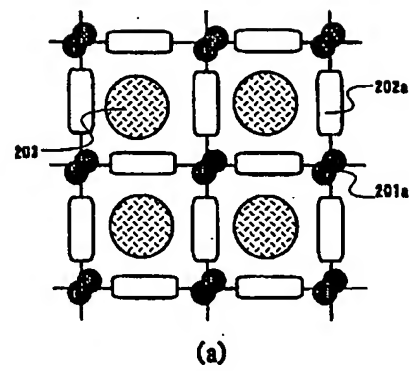
#### 【図面の簡単な説明】

- 【図1】格子を形成する金属錯体の概念を示す図。
- 【図2】格子を形成する金属錯体の概念を示す図。
- 【図3】格子を形成する金属錯体の構成を示す図。
- 【図4】格子を形成する金属錯体の構成を示す図。
- 【図5】格子を形成する金属錯体の構成を示す図。
- 【図6】格子を形成する金属錯体の構成を示す図。
- 【図7】格子を形成する金属錯体の構成を示す図。
- 【図8】格子を形成する金属錯体の構成を示す図。
- 【図9】格子を形成する金属錯体の構成を示す図。
- 【図10】格子を形成する金属錯体の構成を示す図。
- 【図11】格子を形成する金属錯体の構成を示す図。
- 【図12】有機EL素子の構造を示す図。
- 【図13】発光装置の断面構造を示す図。
- 【図14】発光装置の上面構造および断面構造を示す図。
- 【図15】発光装置の上面構造および断面構造を示す図。
- 【図16】発光装置の構成を示す図。
- 【図17】発光装置の構成を示す図。
- 【図18】電気器具の具体例を示す図。
- 【図19】電気器具の具体例を示す図。

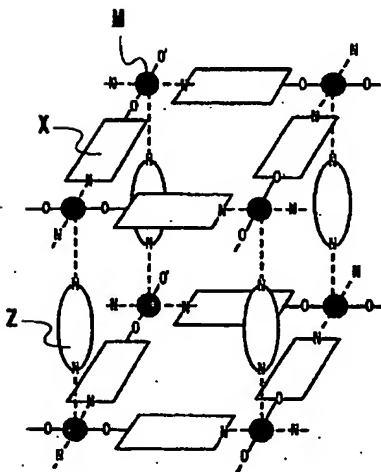
【図1】



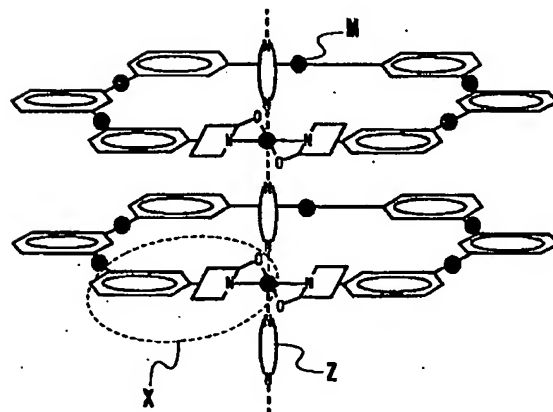
【図2】



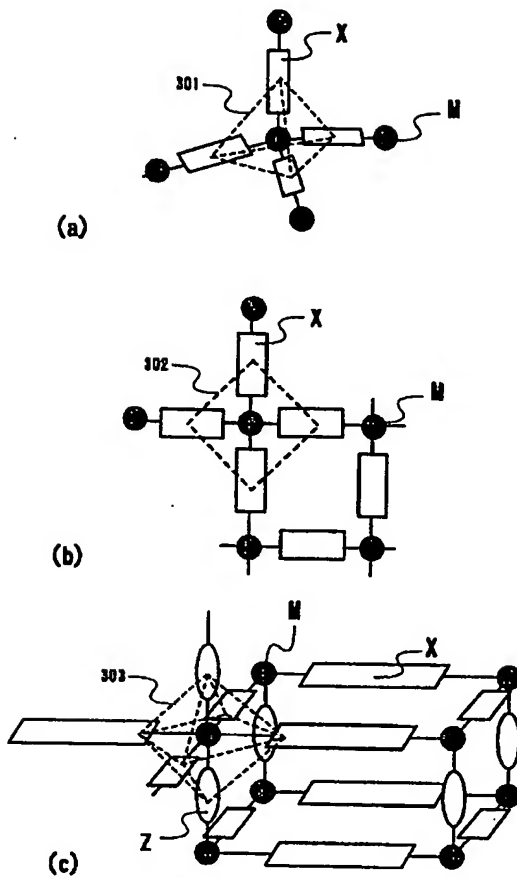
【図4】



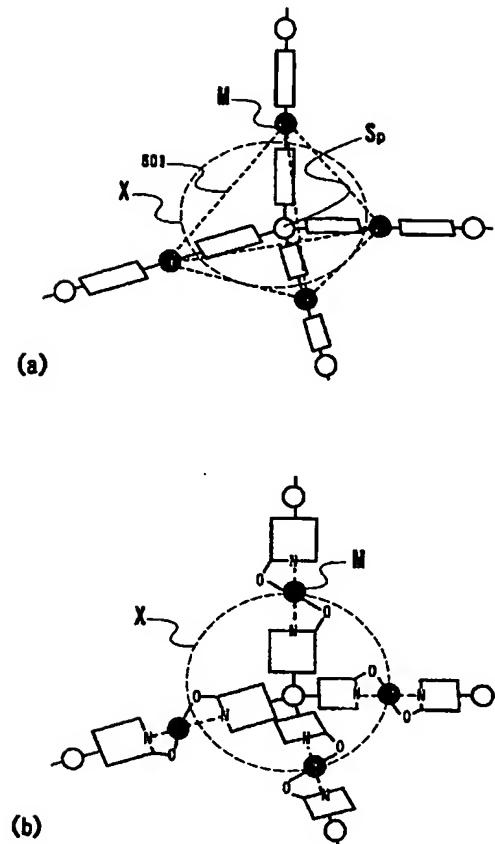
【図7】



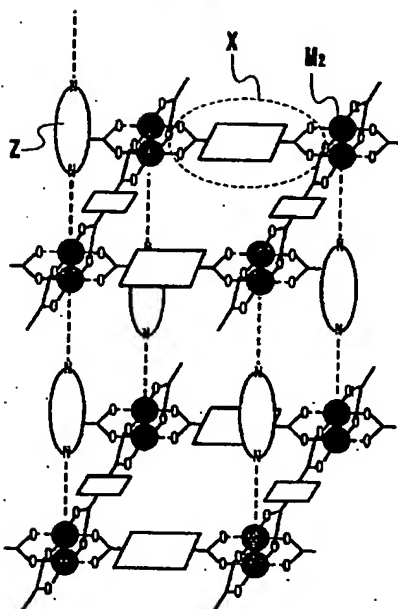
【図3】



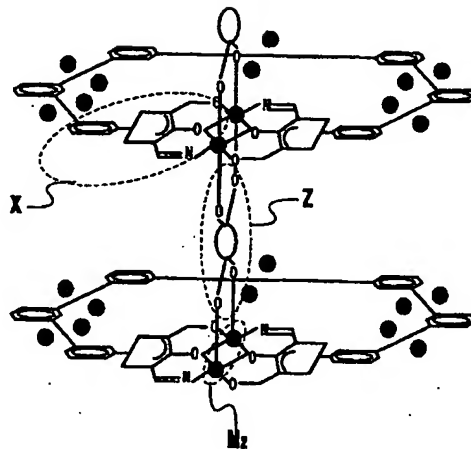
【図5】



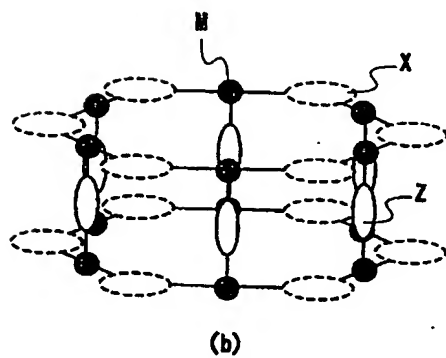
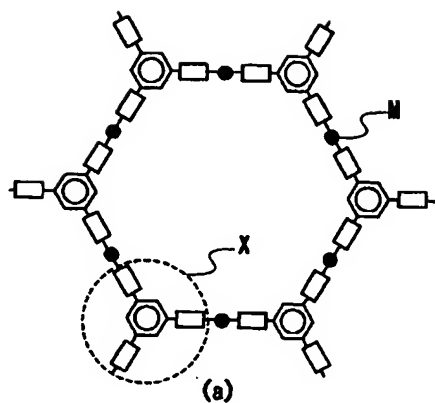
【図9】



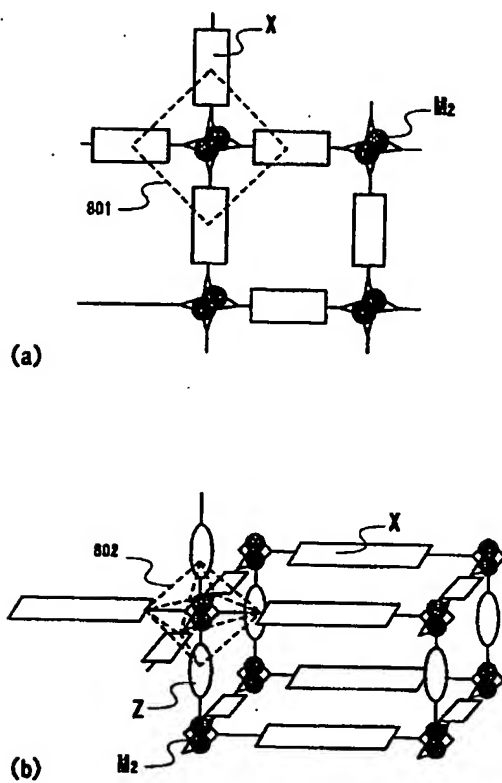
【図11】



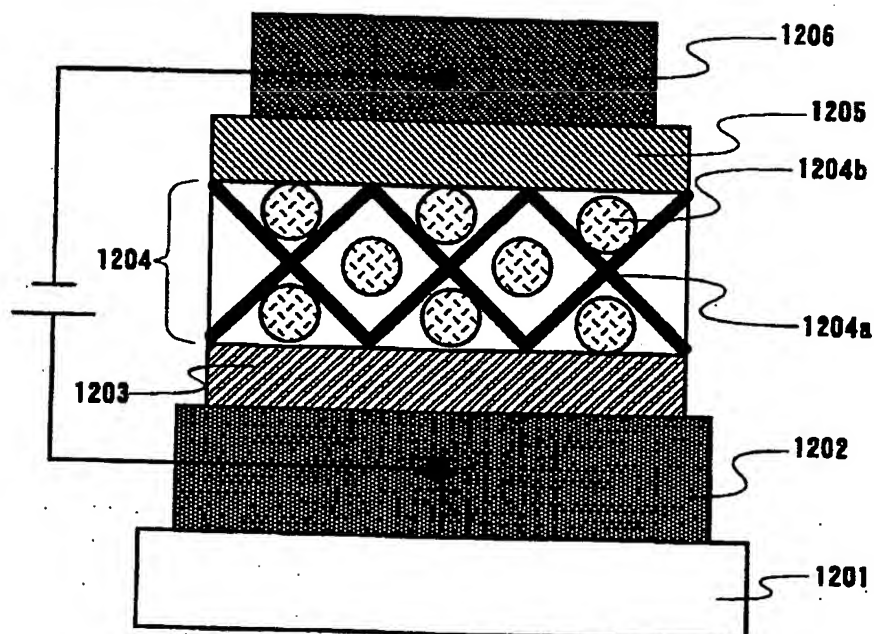
【図6】



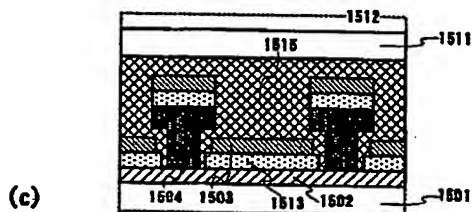
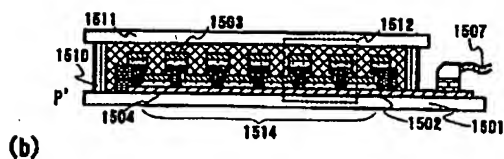
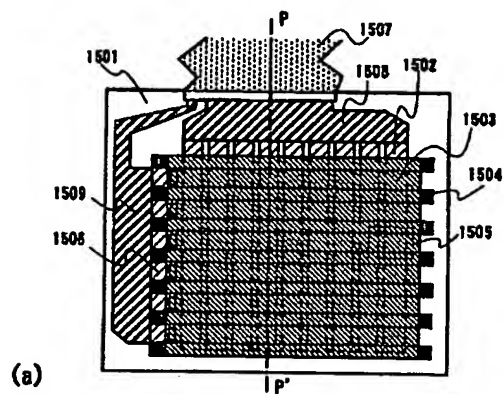
【図8】



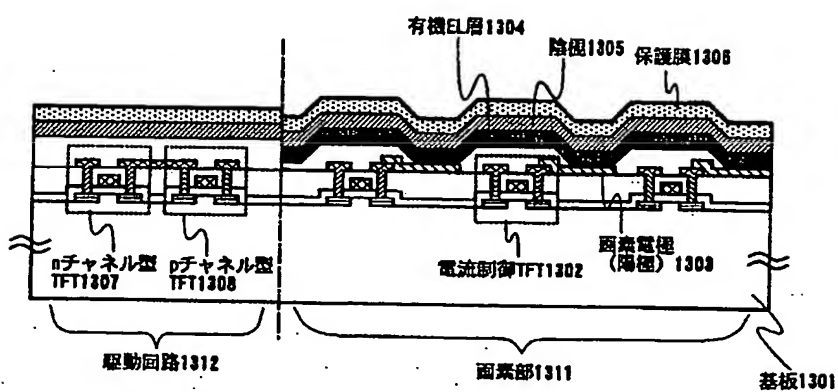
【図12】



【例 15】

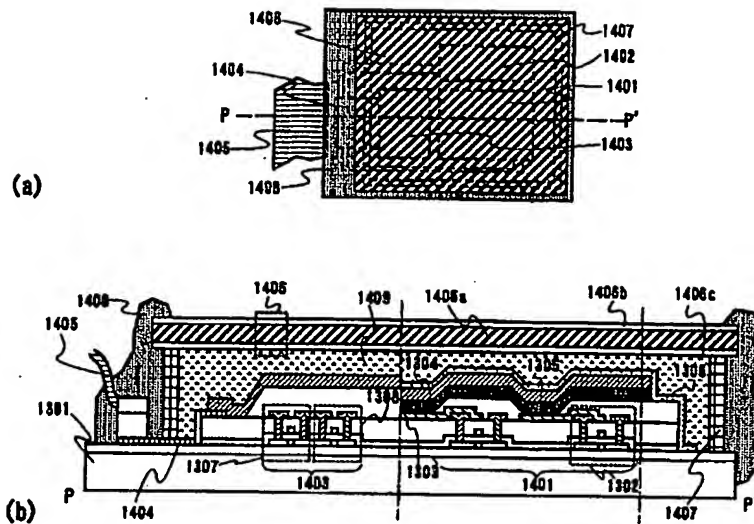


【圖 13】

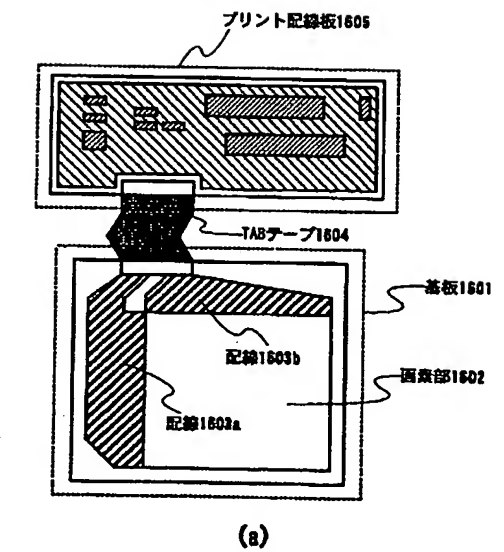




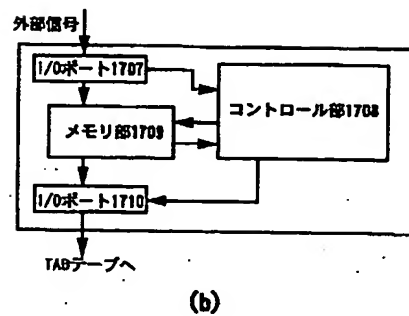
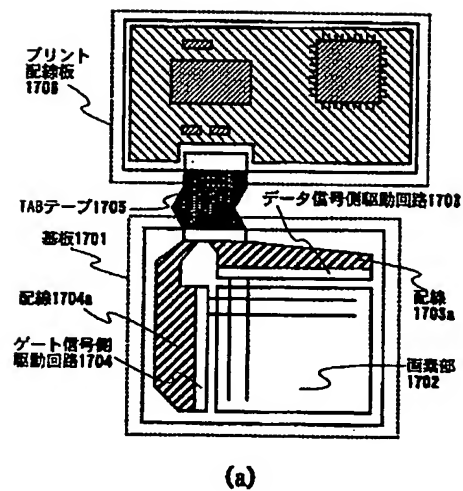
【図14】



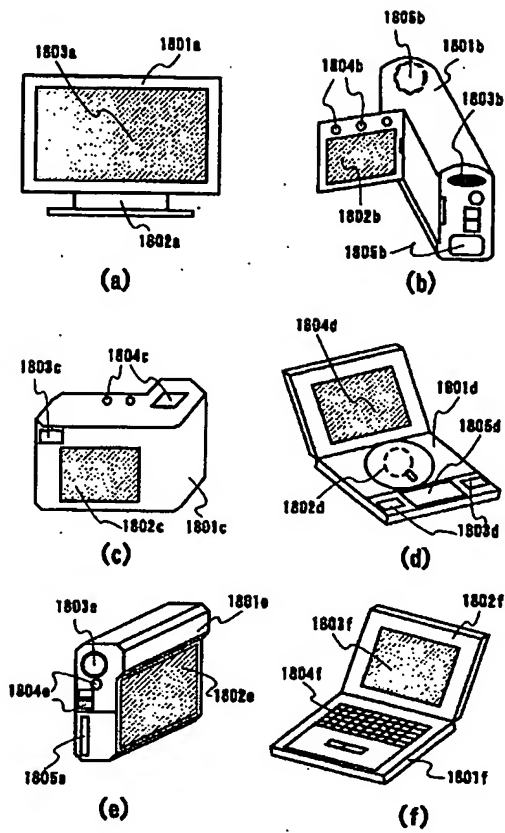
【図16】



【図17】



【図18】



【図19】

